

Kesalahan Siswa SMA dalam Memecahkan Masalah Fluida Statis

Dheka Januarifin^{1*}, Parno², Arif Hidayat²

¹ Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No.5 Malang

² Jurusan Fisika Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No.5 Malang

**E-mail: decajanu49@gmail.com*

Abstrak: Penelitian ini mendeskripsikan kesalahan siswa dalam memecahkan masalah fluida statis. Subyek penelitian siswa kelas XII SMA berjumlah 18. Penelitian menggunakan metode survey dengan teknik pengumpulan data yaitu tes. Tes terdiri atas 10 butir soal uraian materi fluida statis (cronbach alpha 0,638). Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa banyak mengalami kesalahan dalam memecahkan masalah tekanan hidrostatik, hukum pascal, hukum archimedes dan kesalahan mengaitkan konsep fluida statis dengan konsep lainnya untuk memecahkan masalah. Faktor penyebab kesalahan tersebut adalah karena siswa kurang memahami konsep dasar fluida statis dan siswa tidak dapat mengaitkan konsep fluida statis dengan konsep lainnya. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut sebagai upaya mengurangi kesalahan siswa, salah satunya melalui pembelajaran yang melibatkan siswa ikut serta dalam pemecahan masalah dalam bentuk investigasi dan diberi bantuan agar siswa dapat melakukan pemecahan masalah secara mandiri.

Kata kunci: kesalahan siswa, pemecahan masalah, fluida statis

Fluida adalah suatu materi fisika yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Fluida adalah kumpulan molekul yang tersusun secara acak dan saling melekat akibat gaya-gaya yang dikerjakan oleh dinding-dinding wadah baik benda cair maupun gas (Serway & Jewett, 2014). Fluida statis adalah zat alir yang berada dalam kondisi tidak bergerak. Materi pokok ini membahas tentang Tekanan Hidrostatik, Hukum Pascal, Hukum Archimedes, Kapilaritas dan Viskositas (Purwanto, 2011).

Materi fluida statis masih sulit dipahami oleh siswa. Hasil penelitian menyatakan bahwa ketika benda dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air maka massa benda tersebut berpengaruh terhadap besar dan arah gaya apung (Bunyamin & Phang, 2012) padahal yang mempengaruhi besar gaya apung adalah volume benda. Siswa kesulitan dalam menjelaskan peristiwa tenggelam, melayang dan terapung karena siswa tidak bisa mengidentifikasi gaya pada obyek zat cair (Chen, dkk., 2013). Siswa memiliki konsep yang berbeda dengan konsep para ahli (Radovanović & Sliško 2013). Siswa juga mengalami kesulitan dalam memahami konsep tekanan hidrostatik (Yadeni, 2016). Hal tersebut berdampak pada kurangnya kemampuan pemecahan masalah dan menyebabkan kesalahan dalam mengerjakan permasalahan fisika materi fluida. Siswa yang handal memecahkan masalah adalah siswa yang memahami konsep yang mendasari permasalahan (Lin, D., 2011).

Kemampuan pemecahan masalah merupakan hal penting bagi siswa. Kemampuan pemecahan dianggap sebagai elemen dasar yang menunjang siswa untuk sains (Ibrahim & Rebello, 2012). Kemampuan pemecahan masalah dapat membantu siswa dalam menghadapi situasi baru (Hu & Rebello, 2013). Kemampuan pemecahan masalah bisa menjadi pengaplikasian pengetahuan sains (Ibrahim & Rebello, 2012).

Fakta dilapangan menunjukkan bahwa banyak siswa yang belum memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik. Hal tersebut mengakibatkan siswa sering melakukan kesalahan dalam mengerjakan soal pemecahan masalah. Tidak ada siswa yang melakukan analisis kualitatif dan menemukan konsep yang mendasari permasalahan (Zewdie, 2014). Siswa langsung menuliskan persamaan matematis dan membandingkan dengan permasalahan yang ada pada contoh soal (Eunsook & Sung-Jae, 2002). Menebak rumus yang digunakan dengan menghafal contoh soal yang telah dikerjakan sebelumnya. Senada dengan pendapat Doctor, dkk (2015) menyatakan bahwa menebak rumus dan memanipulasi permasalahan tidak dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Berdasarkan fakta tersebut, artikel ini berupaya untuk mengungkap kesalahan-kesalahan yang dialami siswa dalam memecahkan masalah konsep tekanan hidrostatik, hukum pascal, hukum Archimedes dan kesalahan siswa mengaitkan konsep fluida dengan konsep lainnya.

METODE

Penelitian dilaksanakan di MAN 3 Tulungagung tahun ajaran 2017/2018. Metode pengumpulan data menggunakan metode survey dengan teknik pengumpulan data berupa tes dan wawancara. Respon penelitian yaitu siswa kelas XII IPA 2 yang terdiri dari 18 siswa.

Instrumen pengumpulan data berupa tes dan pedoman wawancara. Tes terdiri dari 10 butir soal uraian pemecahan masalah materi fluida statis. Instrumen ini merupakan instrumen penelitian Emi Ruhamun (2013) dengan cronbach alpha 0,638. Wawancara digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kesalahan siswa. Subyek wawancara yaitu 6 siswa yang dipilih berdasarkan nilai tes dengan ketentuan sebagai berikut: 2 siswa dengan nilai paling tinggi, 2 siswa dengan nilai sedang dan 2 siswa dengan nilai rendah.

Data yang diharapkan berupa hasil jawaban siswa dan hasil wawancara yang akan mengidentifikasi faktor-faktor kesalahan dalam memecahkan masalah fluida statis.

HASIL

Kesalahan Siswa dalam Memecahkan Masalah pada Konsep Tekanan Hidrostatik

Butir soal yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan pemecahan masalah pada konsep tekanan hidrostatik disajikan pada Gambar 1. Terdiri dari

dua bacaan yang masing-masing bacaan memiliki dua pertanyaan. Bacaan satu menunjukkan seorang pencari ikan yang menyelam kedalam laut untuk mencari ikan. Siswa diminta untuk menentukan dua hubungan sebab-akibat dan menjelaskan hubungan sebab akibat tersebut. Sebanyak 11 menjawab semakin dalam kedalam air maka semakin besar massa jenis air. Siswa yang menjawab demikian belum memahami konsep tekanan hidrostatik sehingga mereka berpikir semakin dalam kedalam air maka semakin besar massa jenis zat. Sebanyak 7 siswa menjawab semakin dalam kedalam air maka semakin besar tekanan hidrostatik. Siswa yang menjawab demikian telah memahami konsep tekanan hidrostatik. Sebanyak 18 siswa hanya menjawab satu hubungan sebab-akibat. Siswa tidak menyebutkan hubungan sebab akibat apa yang terjadi dengan telinga pencari ikan jika menyelam terlalu dalam. Hal tersebut terjadi karena siswa belum bisa memecahkan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Sebanyak 15 siswa menjawab semakin dalam kedalam air, dan massa jenis air maka semakin kecil tekanan hidrostatik. Siswa yang menjawab demikian belum memahami konsep tekanan hidrostatik. Sebanyak 3 siswa menjawab semakin dalam kedalam air, semakin besar massa jenis maka semakin besar tekanan hidrostatik. Siswa yang menjawab demikian belum sepenuhnya memahami konsep tekanan hidrostatik. Siswa menentukan hubungan antar variabel secara matematis. Secara matematis pemikiran siswa sudah benar, namun tidak sesuai dengan konsep tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik hanya dipengaruhi oleh kedalaman jika tidak berbeda zat cair.



Gambar 1. Butir soal yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan pemecahan masalah pada konsep tekanan hidrostatik

Bacaan dua menunjukkan dua siswa yang berenang di dua lokasi yang berbeda yaitu di kolam air tawar dan di laut. Siswa siswa diminta untuk menganalisis dan membuat kesimpulan dari bacaan tersebut. Sebanyak 15 siswa menjawab tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh kedalaman zat cair dan massa jenis zat. Siswa yang menjawab demikian sudah memahami konsep tekann

hidrostatik. Sebanyak 2 siswa menjawab tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh kedalaman. Siswa yang menjawab demikian belum sepenuhnya memahami konsep tekanan hidrostatik. Siswa berpikir massa jenis tidak mempengaruhi tekanan hidrostatik karena siswa menganggap air laut dan air tawar sama-sama zat cair. Sebanyak 1 siswa menjawab tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh massa jenis zat. Siswa yang menjawab demikian belum sepenuhnya memahami konsep tekanan hidrostatik. Siswa terpengaruh pada soal yang menunjukkan perbedaan lokasi berenang sehingga siswa berpikir yang mempengaruhi tekanan hidrostatik adalah massa jenis zat cair. Sebanyak 16 siswa membuat kesimpulan dengan menuliskan persamaan tekanan hidrostatik. Siswa yang menjawab demikian belum memahami konsep tekanan hidrostatik. Siswa hanya memahami konsep tekanan hidrostatik secara matematis.

Kesalahan Siswa dalam Memecahkan Masalah pada Hukum Pascal

Butir soal yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan pemecahan masalah pada konsep hukum pascal disajikan pada Gambar 2. Soal tersebut menunjukkan tempat cuci mobil yang menggunakan prinsip hukum pascal. Rata-rata massa pekerja adalah 70, perbandingan jari-jari piston kecil dan besar adalah 1:10 dan berat maksimum yang dapat ditahan adalah 70 Newton. Tukang cuci mobil menolak truk yang beratnya 800 kg. Siswa diminta untuk memberi penjelasan kenapa tukang cuci menolak mencuci truck tersebut.

Bacaan 3

Tempat cuci mobil milik Pak Hambali mempunyai pelayanan cepat dan memuaskan. Delapan orang pegawai yang rata-rata bermassa 70 kg selalu sibuk melayani pelanggan. Mesin pengangkat mobil hidrolik yang dimilikinya memiliki dua piston yang perbandingan jari-jarinya 1:10. Piston kecil mampu memberikan gaya tekan maksimal sebesar 70 N. Suatu hari Pak Hambali menolak untuk mencuci mobil truck yang massanya mencapai 800 kg.

5. Berdasarkan data yang dikumpulkan dari bacaan di atas buatlah analisis untuk menguji keputusan P. Hambali menolak mencuci mobil truck.

Gambar 2. Butir soal yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan pemecahan masalah pada konsep hukum pascal

Sebanyak 14 siswa menjawab dengan membandingkan berat maksimal yang dapat ditahan pada piston 1 dengan berat truk. Siswa yang menjawab demikian tidak memahami konsep hukum pascal. Sebanyak 4 siswa menjawab dengan menentukan berat maksimal pada piston besar kemudian membandingkan dengan berat truk. Siswa yang menjawab demikian telah memahami konsep hukum pascal.

Kesalahan Siswa dalam Memecahkan Masalah pada Hukum Archimedes

Butir soal yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan pemecahan masalah pada konsep hukum Archimedes disajikan pada Gambar 3. Soal tersebut menunjukkan seseorang yang berenang di kolam. Orang tersebut

merasa lebih berat saat di darat daripada di dalam air. Siswa diminta untuk menjelaskan dan membuat kesimpulan terkait bacaan 4.

Bacaan 4

Ani merasakan adanya perbedaan berat pada tubuhnya ketika berolahraga renang. Dia merasakan tubuhnya lebih berat ketika naik ke darat dibandingkan dengan saat masih dengan saat masih di dalam air. Ani mulai berpikir apa yang menyebabkan perbedaan tersebut.

6. Jelaskan alasan mengapa terdapat perbedaan berat badan saat di dalam air dengan saat di darat.

Jawab :

7. Berdasarkan teori dan konsep yang telah dimiliki, buatlah kesimpulan yang didapatkan dari bacaan di atas.

Jawab :

Gambar 3. Butir soal yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan pemecahan masalah pada konsep hukum Archimedes

Sebanyak 15 siswa menjawab berat badan tidak berkurang, tetapi seolah-olah berkurang karena ada gaya angkat ke atas oleh air. Siswa menjawab demikian sudah memahami konsep hukum Archimedes. Tetapi terdapat pemahaman konsep yang belum benar. Siswa berpikir berat seseorang tidak berkurang tapi seolah-olah berkurang. Siswa berpikir berat benda tidak dapat berubah. Sebenarnya berat benda memang berubah karena ada gaya angkat keatas. Yang tetap adalah massa seseorang. Sebanyak 3 siswa tidak menjawab. Siswa yang tidak menjawab karena mereka tidak memahami konsep hukum Archimedes. Sebanyak 15 siswa menjawab kesimpulan benda yang dicelupkan ke dalam zat cair akan mendapat gaya angkat ke atas sebesar besar benda yang dipindahkan. Siswa yang menjawab demikian sudah memahami konsep hukum Archimedes.

Kesalahan Siswa Mengaitkan Konsep Fluida Statis degan Konsep Lainnya

Butir soal yang digunakan untuk menunjukkan kesalahan siswa dalam mengaitkan konsep fluida statis dengan konsep lainnya disajikan pada gambar 4. Soal tersebut menunjukkan warga desa membuat jembatan menggunakan drum yang berjumlah 10. Sementara setiap hari ada truk yang bermuatan pangan 300 kg mengantri untuk melintasi jembatan tersebut. Demi keselamatan warga desa harus mengetahui berat maksimal yang bisa ditahan oleh jembatan. Siswa diminta untuk menjelaskan hubungan antara ukuran drum dengan gaya atas yang diberikan sungai dan menjelaskan apa yang terjadi jika truk yang bermassa 3000kg melewati jembatan.

Bacaan 5

Hujan lebat dan angin kencang mengakibatkan robohnya jembatan bambu di atas sungai Bendo selebar 8 m. warga desa ingin membangun kembali jembatan tersebut, namun tidak berhasil menemukan batang bambu yang berkualitas untuk digunakan. Sementara truk bermuatan bahan pangan bermassa 3000 kg yang biasa melewati jembatan tersebut sudah beberapa hari menunggu. Akhirnya disepakati untuk membuat jembatan ponton dengan memanfaatkan 10 drum bekas milik Koh Liong yang masing-masing volumenya $0,3 \text{ m}^3$ dan massanya 10 kg. demi keselamatan, warga desa harus mengetahui berat maksimal yang bisa ditahan oleh jembatan ponton tersebut ketika seluruh bagian drum terbenam dalam air.

8. Jelaskan hubungan antara berat dan ukuran drum dengan gaya ke atas yang diberikan air sungai.

Jawab :

9. Jelaskan apa yang akan terjadi jika truk bermassa 3000 kg melewati jembatan ponton tersebut.

Jawab :

Gambar 4. Butir soal yang digunakan untuk menunjukkan kesalahan siswa dalam mengaitkan konsep fluida statis dengan konsep

Sebanyak 18 siswa menjawab dengan menuliskan gaya angkat ke atas sama dengan hukum Archimedes. Siswa yang menjawab demikian belum memahami sepenuhnya konsep hukum Archimedes. Siswa hanya memahami konsep hukum Archimedes secara matematis saja. Siswa berpikir hukum Archimedes hanya berkaitan dengan gaya angkat ke atas. Sebanyak 18 siswa menjawab jembatan akan runtuh. Pada soal diminta untuk menjelaskan, namun siswa hanya menjawab tanpa memberikan alasan. Siswa yang menjawab demikian belum bisa mengaitkan konsep fluida statis dengan konsep lainnya.

PEMBAHASAN

Kesalahan Siswa dalam Memecahkan Masalah pada Konsep Tekanan Hidrostatik

Berdasarkan analisis data dapat diketahui bahwa siswa masih belum memahami konsep yang mendasari masalah tersebut. Siswa berpikir semakin dalam kedalaman maka semakin besar massa jenis zat cair juga semakin besar. Siswa berpikir semakin dalam kedalaman, semakin besar massa jenis zat cair maka semakin kecil tekanan hidrostatik. Hal tersebut terjadi karena siswa belum memahami konsep tekanan hidrostatik. Siswa memahami konsep tekanan hidrostatik secara matematis. Kurangnya pemahaman konsep yang dimiliki siswa membuat siswa mengalami kesalahan dalam memecahkan masalah. Pemahaman konsep yang baik merupakan dasar dari pemecahan masalah (Lin, D., 2011).

Siswa langsung menggunakan rumus tanpa melakukan analisis permasalahan secara kualitatif. Pada bacaan satu hanya melibatkan pengaruh kedalaman terhadap tekanan hidrostatik. Siswa hanya menggunakan rumus tanpa

melakukan analisis secara kualitatif. Sehingga diperoleh hubungan sebab akibat yang tidak sesuai dengan permasalahan. Menggunakan rumus tanpa melakukan analisis secara kualitatif dalam menyelesaikan masalah menyebabkan kesalahan dalam menyelesaikan masalah (Eusoon & Sung-Jae, 2002).

Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan siswa kurang memahami konsep tekanan hidrostatik. Siswa memahami konsep tekanan hidrostatik secara matematis (menghafal rumus). Selain itu siswa hanya mengerjakan contoh latihan soal. Hal tersebut berdampak siswa hanya bisa mengerjakan soal yang mirip dengan contoh soal.

Kesalahan Siswa dalam Memecahkan Masalah pada Hukum Pascal

Berdasarkan analisis data dapat diketahui bahwa siswa masih belum memahami konsep yang mendasari masalah hukum pascal. Pada bacaan tiga siswa diminta untuk menjelaskan alasan kenapa tukang cuci mobil terkait hukum pascal. Siswa tidak mengumpulkan fakta dan informasi dengan baik. Pengumpulan fakta dan informasi diperlukan untuk memahami konsep yang melandasi permasalahan. Siswa berpikir dengan membandingkan berat maksimum yang dapat ditahan piston kecil, sedangkan truk berada pada piston yang besar. Hal tersebut mengakibatkan hubungan yang tidak sesuai dengan fakta yang disajikan. Siswa salah dalam menentukan strategi dalam memecahkan masalah. Kesalahan strategi adalah kesalahan yang terjadi jika siswa memilih jalan yang tidak sesuai sehingga tidak dapat menyelesaikan permasalahan (Arti, 1994).

Berdasarkan hasil wawancara, siswa sulit dalam menentukan solusi yang akan digunakan. Siswa hanya dilatih mengerjakan contoh soal. Hal tersebut membuat siswa hanya bisa mengerjakan soal-soal yang mirip dengan contoh soal. Ketika soal yang diberikan berbeda siswa tidak tahu langkah pertama yang akan diambil. Siswa langsung menggunakan persamaan matematis dan kemudian memanipulasi persamaan matematis tersebut. Hal tersebut berdampak siswa dalam membuat hubungan antar variabel.

Kesalahan Siswa dalam Memecahkan Masalah pada Hukum Archimedes

Berdasarkan analisis data dapat diketahui siswa masih belum memahami konsep yang mendasari hukum Archimedes. Pada bacaan 4 dan 5 siswa diminta menjelaskan perbedaan berat di darat dan di dalam air, membuat kesimpulan dan menjelaskan hubungan antar variabel pada hukum Archimedes. Siswa bisa menjelaskan perbedaan berat di darat dan di dalam air. Siswa bisa membuat kesimpulan tentang hukum Archimedes. Namun kesalahan siswa terjadi pada saat siswa diminta untuk menjelaskan hubungan antara volume dengan gaya angkat keatas.

Kesalahan terjadi karena siswa memahami konsep dengan baik. Sebanyak 18 siswa menjawab hukum Archimedes sama dengan berat benda. Siswa berpikir gaya angkat sama besarnya dengan berat benda. Siswa hanya menghafal rumus dan

menebak persamaan matematis. Menebak rumus tidak akan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Doctor, 2015). Hal tersebut berdampak siswa tidak memahami konsep dan tidak bisa menjelaskan hubungan antar variabel.

Berdasarkan hasil wawancara, siswa sulit dalam menentukan solusi yang akan digunakan. Siswa hanya dilatih mengerjakan contoh soal. Hal tersebut membuat siswa hanya bisa mengerjakan soal-soal yang mirip dengan contoh soal. Ketika soal yang diberikan berbeda siswa tidak tahu langkah pertama yang akan diambil. Siswa langsung menggunakan persamaan matematis dan kemudian memanipulasi persamaan matematis tersebut. hal tersebut berdampak siswa dalam membuat hubungan antar variabel.

Kesalahan Siswa Mengaitkan Konsep Fluida Statis dengan Konsep Lainnya

Berdasarkan analisis data dapat diketahui siswa masih belum bisa menghubungkan konsep fluida statis dengan konsep lainnya. Pada bacaan 5 siswa diminta untuk menjelaskan apa yang akan terjadi jika truk dengan massa 300 kg melintasi jembatan yang terbuat dari drum. Sebanyak siswa 18 siswa tidak dapat menjelaskan apa yang akan terjadi jika truk tersebut melintasi jembatan. Kesalahan yang mendasar adalah siswa tidak mampu mengumpulkan fakta dan informasi dengan baik. Kesalahan tersebut membuat siswa salah dalam menentukan solusi dari permasalahan yang dihadapi. Kesalahan strategi terjadi jika siswa salah dalam memilih jalan untuk menyelesaikan masalah (Arti, 1994). Selain itu siswa juga salah dalam mengaitkan konsep fluida statis dengan dengan konsep lainnya.

Kesalahan siswa mengaitkan konsep fluida dengan konsep lainnya terlihat pada jawaban. Siswa tidak melakukan analisis untuk mengumpulkan fakta dan informasi dengan baik. Siswa hanya fokus pada persamaan matematis. Seharusnya Siswa melakukan analisis bagaimana keadaan benda tersebut. Jika benda tersebut diam maka berlaku hukum I Newton. Kemudian siswa mengaitkan hukum I Newton dengan hukum Archimedes. Setelah mengaitkan hukum I Newton dengan hukum Archimedes siswa melakukan perhitungan. Dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengambil kesimpulan. Namun semua siswa tidak melakukan hal tersebut.

Berdasarkan hasil wawancara, siswa sulit dalam menentukan solusi yang akan digunakan. Siswa hanya dilatih mengerjakan contoh soal. Hal tersebut membuat siswa hanya bisa mengerjakan soal-soal yang mirip dengan contoh soal. Siswa tidak melakukan analisis kualitatif untuk mencari informasi dan fakta. Ketika soal yang diberikan berbeda siswa tidak tahu langkah pertama yang akan diambil. Siswa langsung menggunakan persamaan matematis dan kemudian memanipulasi persamaan matematis tersebut. hal tersebut berdampak siswa dalam membuat hubungan antar variabel.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa dalam pemecahan masalah terkait konsep tekanan hidrostatik, hukum pascal, hukum Archimedes sebagian besar siswa mengalami banyak kesalahan. Kesalahan-kesalahan yang dilakukan diantaranya kesalahan konsep, kesalahan strategi dan tidak dapat mengaitkan konsep fluida statis dengan konsep lainnya. Hasil wawancara menunjukkan factor-faktor yang menjadi penyebab kesalahan yang dilakukan siswa, yaitu: (1) Siswa tidak melakukan analisis kualitatif untuk mencari fakta dan informasi (2) Siswa hanya menghafal rumus (3) Siswa hanya mengerjakan latihan soal, yang berakibat siswa hanya bisa mengerjakan soal yang mirip dengan contoh soal (4) Siswa hanya menabak rumus dan memaipulasi persamaan.

Selain itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemecahan masalah materi fluida statis terutama berkaitan dengan cara mengatasi dan mengurangi kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa ketika memecahkan masalah fluida statis. Siswa dilatih menganalisis kualitatif untuk mencari informasi dan fakta. Siswa diajak praktikum untuk lebih memahami konsep. Siswa dilatih untuk membangun konsepnya sendiri. Siswa dilatih mengaitkan berbagai konsep fisika. Salah satu caranya dengan pembelajaran yang melibatkan siswa ikut serta dalam pemecahan masalah dalam bentuk investigasi dan diberi bantuan agar siswa dapat melakukan pemecahan masalah secara mandiri.

DAFTAR RUJUKAN

- Bunyamin, M. A. H., & Phang, F. A. (2012). *Technological pedagogical and content knowledge among undergraduate education degree students at Universiti Teknologi Malaysia. Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 432-440.
- Chen, Y., Irving, P. W & Sayre, E. C. (2013). *Epistemic game for answer making in learning about hydrostatic*. Department of Physics, Kansas State University. Manhattan.
- Docktor, J. L., Strand, N. E., Mestre, J. P. & Ross, B. H. (2015). *Conceptual Problem Solving in High School Physics. Physical Review Special Topics – Physics Education Research*. 11(2): 020106-1 – 020106-13.
- Eunsook, K. & Sung, -J. P. (2002). *Students Do Not Overcome Conceptual Difficulties After Solving 1000 Traditional Problems*. American Journal of Physics. 70(7): 759-765.
- Hu, D., & Rebello, N. S. (2013). *Understanding student use of differentials in physics integration problems*. Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 9(2), 020108.
- Ibrahim, B. & Rabello, N.S. (2012). *Representational Task Formats and Problem Solving Strategies in Kinematics and Work*. Physical Review Special Topics – Physics Education Research. 8(1): 010126-1 – 010126-19.
- Long, D & Carlson, D. (2011). *Mind the Map: How Thinking Maps Affect Student Achievement*. An On-line Journal for Teacher Research. Vol 13, Issue 2
- Radovanović, J & Slišković, J. (2013). *Applying a predict–observe–explain sequence in teaching of buoyant force*. Iopscience.iop.org

- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for scientists and engineers with modern physics*. Boston, MA, USA: Brooks/Cole CENAGE Learning. ISBN 978-1-133-95405-7.
- Purwanto, B. (2011). *Theory and Application Physics 2*. Solo: PT.Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Sriati, A. (1994). *Kesulitan Belajar Matematika pada Siswa SMA (Pengkajian Diagnosa)*. Jurnal Kependidikan Jogjakarta.
- Yadaeni, A. (2016). *Studi Kualitas Siswa dalam Menguasai Konsep Fluida Statis*. Pros. Semnas Pend. IPA Pascasarjana UM. Vol 1
- Zewdie, Z.M. (2014). *An Investigation of Students' Approaches to Problem Solving in Physics Course*. International Journal of Chemical and Natural Science. 2(1):77-89.